

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-274829

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

(21)Application number : 2000-085744

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.03.2000

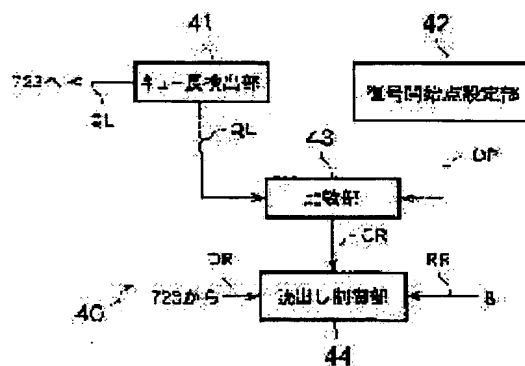
(72)Inventor : HAYAKAWA SHINJI
WATANABE SATOSHI
SHINPO ATSUSHI
AOYANAGI HIROMI

(54) PACKET RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce jitter influence in a communication packet.

SOLUTION: This packet receiver receiving a communication packet that is transmitted from a transmitting side, contains sound data and is received through a network, is provided with a first-in-first-out packet storing means for temporarily storing a packet including the received communication packet and forming a queue, a threshold for read start setting means for receiving the setting of a threshold for read start about the length of the queue, and a 1st storage controlling means for starting to read a packet from the packet storing means when the queue length is extended to reach the threshold for read start.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

廃棄パケット選択手段とを備えることを特徴とする。

【0032】

【発明の実施の形態】 (A) 実施形態
以下、本発明のパケット受信装置の実施形態について説明する。

【0033】 第1～第3の実施形態に共通する特徴は、要求時バッファ空状態が発生する前にジッタ対策や遅延対策を実行する点にある。

【0034】 (A-1) 第1の実施形態の構成
図1に本実施形態のパケット受信装置300の構成を示す。この受信装置300は、上述した図2中の受信装置21と同様、送信装置20から送信され、パケット通信網11を伝送されてきた受信パケットを、時系列に受信する装置である。

【0035】 図14において、受信装置300は、受信端子6と、受信バッファ部7と、復号部8と、出力バッファ9と、出力端子10とを備えている。

【0036】 このうち構成要素6～10の機能は、基本的に、対応する符号を付した図2の各部と同じである。

【0037】 ただし、本実施形態の受信バッファ部7は、図14に示すように、バッファ71と、バッファ制御部40と、間引き制御部72とを備えている。

【0038】 このうちバッファ71は、受信端子6でパケット通信網11から受信した受信パケットを一時的に蓄積するためのFIFOメモリであるが、少なくとも、符号化されて送信されたデータを記憶できればよく、例えば半導体メモリ、フラッシュメモリなどの記憶装置が使用できる。

【0039】 また、バッファ制御部40は、図1に示すような内部構成を備えている。

【0040】 (A-1-1) バッファ制御部の内部構成
図1において、バッファ制御部40は、キュー(待ち行列)長検出部41と、復号開始点設定部42と、比較部43と、読み出し制御部44とを備えている。

【0041】 キュー長検出部41は、バッファ71に蓄積されているパケット(このパケットは、本実施形態ではすべて受信パケットであるが、第2、第3の実施形態では受信パケット以外のパケットも混入され得る)によって形成されたキューの長さをリアルタイムで検出するための部分で、その検出結果としてのキュー長信号QLを、間引き制御部72内の判定部723と、比較部43に供給する。

【0042】 キューの長さは、通信開始時点ではゼロであるが、受信装置300が通信網11から受信した受信パケットを逐次、バッファ71に書き込むことによって、徐々に伸長する。

【0043】 また、復号開始点設定部42は復号開始点711の設定を受けて、当該復号開始点711の値(前記キュー上の位置)に基いて復号開始点信号DIPを、比較部43に供給する部分である。

【0044】 比較部43は、キュー長信号QLと復号開始点信号DIPを比較して、QLの値がDIPの値を初めて上回ったときに、読み出し指示信号CRを読み出し制御部44に供給する部分である。

【0045】 この読み出し制御部44はバッファ71からのパケットの読み出しを制御する部分である。前記読み出し指示信号CRの供給を受けて、当該読み出し制御部44がバッファ71からのパケットの読み出しを開始し、以降は、復号部8から読み出し要求信号RRが供給されるたびに、1つずつパケットを読み出して行く。

【0046】 復号部8は直前に受け取ったパケットの復号処理が終了して次のパケットの復号処理を行うことができる状態になると読み出し要求信号RRを出力するから、各受信パケットの長さをほぼ一定とすると、定常的な通信状態においては、ほぼ一定の時間間隔で読み出し要求信号RRが出力され、一定の時間間隔でバッファ71からパケットが読み出されることになる。

【0047】 ただし読み出し制御部44は、間引き制御部72内の判定部723から廃棄候補読み出し指示信号DRを受け取ると、CRやRRの状態と無関係にバッファ71からパケットを読み出すことができる。DRによる読み出しは、後述する間引き開始点712との関係で、間引きし、すなわち廃棄処理の対象となるパケットを選択するために用いられるので、読み出し要求信号RRによる読み出しが1回実行される期間内に、複数回実行される。複数回実行されることにより、遅延の減少が可能になる。

【0048】 前記復号開始点711の役割は前記ジッタの影響を排除することにあり、その値は、通信網11の混雑状態に依存して設定されることになる。

【0049】 例えば、通信網11が非常に空いている場合、各受信パケットは、およそ等間隔で受信されるため、復号開始点711はバッファ71の先頭から1パケット～2パケット程度の浅い位置(すなわち小さな値)に設定すれば十分であり(バッファ71の先頭に近い位置を“浅い位置”、遠い位置を“深い位置”と表現する)、通信網11が完全に理想的な状態でジッタ無しの場合には、0パケット(バッファ71の先頭位置)としてもよい。

【0050】 つまり、パケットの到着間隔の変動(ジッタ)が1パケット～2パケット分ならば、先頭から1パケット～2パケット程度の浅い位置に復号開始点711を設定しても、バッファ71が空になることはないと言え換えることができる。バッファ71が空にならないければ、上述した要求時バッファ空状態が発生することなく、音声の切断(途切れ)や遅延増加が生じない。

【0051】 また、復号部8は時間の尺度に換算することができると、復号開始点711の位置も時間で表すことができる。例えば、1パケットが5フレームで構成され、1フレームのデータ長が0.01秒に

相当する場合、1パケットに相当する時間は0.05秒(=0.01秒×5フレーム×1パケット)となり、2パケット分の時間は0.1秒(=0.01秒×5フレーム×2パケット)となる。したがって、前記復号開始点711を1パケット～2パケット分に設定するという場合には、時間で見ると、0.05秒～0.1秒の時間位置に復号開始点711を設定することを意味する。

【0052】 同時にまた、復号開始点711をこの0.05秒～0.1秒の時間位置に設定するということは、通信開始後、受信装置300が通信網11から受信パケットを受信してから、0.05秒～0.1秒間、音声出力が待たれないことを意味する。ただしここでは、復号部8や出力バッファ9などにおける処理に要する時間を無視している。

【0053】 逆に、通信網11が非常に混雑している場合には、各受信パケットのジッタが大きいため、復号開始点711を1パケット～2パケット分に設定したのでは、すぐにバッファ71が空になり、要求時バッファ空状態が発生して音途切れ(切断)を招き、再生音質が劣化する。

【0054】 よって、この様な場合は、復号開始点711をバッファ71の先頭から5パケット、あるいは、10パケット程度の深い位置に設定する必要がある。

【0055】 しかし、復号開始点711の位置を深くするほど、通信開始から復号が始まって音声出力が得られるまでに長い時間を必要とするから、復号開始点711を例えば、バッファ71の先頭から5パケット、あるいは、10パケット程度の深い位置に設定した場合、通信開始から、前記0.05秒～0.1秒よりも前から10倍も長い時間、音声出力が得られない。

【0056】 この通信開始時の遅延を初期遅延と呼ぶ。

【0057】 初期遅延も前記遅延の一種であり、通信評価を下させる要因となるから、復号開始点711は、可能な限り浅い位置に設定するのが望ましい。

【0058】 このような特質を有する復号開始点711の設定に関して、本発明者は、通信網11のジッタ分布の幅に基づいて復号開始点711を設定するのがよいことを見出した。

【0059】 さらに、ジッタ分布の標準偏差を σ とする、復号開始点位置は、 $\sigma \times 3 \sim 4$ の範囲内の位置に設定するが、特に望ましいことも見出した。
【0060】 $(A-1-2)$ $\sigma \times 3 \sim 4$ について
ジッタ分布に関する標準偏差 σ の係数の値としてこの3～4が特に好ましいことは、図13によって裏付けられる。

【0061】 図13に示すように、受信バッファ71の枯渇率(前記バッファ空状態が発生する率)は、係数が3よりも大きいときには0に近いが、係数が3の近傍より小さくなると急激に上昇している。

【0062】 また、再生遅延(上述した遅延に対応す

る)は、係数が4よりも小さいときにはほぼ一定値を維持して十分に小さいが、係数が4の近傍より大きくなると上昇しはめる。

【0063】 受信バッファ71の枯渇率が高いことも、再生遅延が大きいかも、出力端子10から出力される音声の品質を劣化させる要因であるため、枯渇率も再生遅延も十分に小さい係数値の範囲、すなわち係数が3～4の範囲が、最も好ましいといえる。

【0064】 具体的には、通信網11の σ が0.08秒の場合、復号開始点711は、0.24～0.32秒の時間位置に設定するとい、これにより、受信バッファ71に符号化データ(フレーム)が0.24～0.32秒分蓄積するまで、バッファ制御部40は受信パケットの読み出しを行わず、復号部8にも、データは供給されない。

【0065】 一方、前記バッファ71には、前記復号開始点711のほかに、間引き開始点712が設定され、必要に応じて間引き終了点713も設定される。

【0066】 間引き開始点712は、前記復号開始点711と同様なキュー上の点であるが、上述した図3

(A)、(B)で受信パケットP6が紛失したケースと同様な状態を意図的につくりだして、遅延を減少し解消することを目的としている。

【0067】 この間引き開始点712に関連した機能を持っているのが、前記間引き制御部72である。

【0068】 間引き制御部72は図14に示すように、判定部723と、切替スイッチ721と、廃棄処理部722とを備えている。

【0069】 このうち判定部723は、前記バッファ制御部40内のキュー長検出部41から供給されるキュー長信号QLと、間引き開始点712の値を示す間引き開始点信号DSと間引き終了点713の値を示す間引き終了点信号DEとをともに、切替スイッチ721を制御する部分である。

【0070】 判定部723が切替スイッチ721の廃棄処理部722側の接点722Aを選択した場合には、バッファ71から読み出されて判定部723に供給された受信パケットは、廃棄処理部722によって廃棄され、反対に復号部8側の接点722Bを選択した場合には、復号部8によって復号される。

【0071】 ただし判定部723は、この選択を行う際には、QL、DS、DEのほかに、バッファ71から読み出したパケットの符号化音声データを示す音声的内容も参照して、そのパケットを廃棄してもよいかを判定する。すなわち、後述するように、出力端子10から出力される音声の聴覚特性上、廃棄すると音質に与える影響が大きいため、受信バッケットは廃棄せず、影響が小さい受信パケットは廃棄するものと判定する。

【0072】 これにより、パケットを廃棄しても上述した図3(A)、(B)でパケットP6が紛失したケース

のように、再生音に音飛びが発生することがない。

【0073】なお、この判定部723と、切替スイッチ721、廃棄処理部722は、ソフトウェアや電気回路で構成することができる。

【0074】また、前記間引き終了点713とは、間引き開始点712と同様なキュー上の点であって、間引き開始点712からばじまる間引き操作の終了位置を規定する点である。

バッファ71の先頭位置と受信開始点712
... (1)

この式(1)からも、間引き開始点712の位置は、受信開始点711と同じか、深い位置に設定する必要があることがわかる。ただし、間引き開始点712を必要以上に深い位置に設定すると、受信バッファ71のデータ蓄積量(キュー長)が増加し、間引き開始点712に、ほとんど達しないため、遅延減少という効果を得られなくなる可能性がある。

【0078】また、間引き終了位置713は、間引き開始点712と同じにしたり、受信開始点711と同じにしたり、受信開始点711と間引き開始点712の間に設定することが可能で、式(1)には反するが、必要に応じて、受信開始点711より浅い位置に間引き終了点713を設定することも可能である。

【0079】ただし、キュー長が増加し、間引き終了点713まで受信バッファ71のデータ蓄積量が減少するため、浅い位置に間引き終了点713を設定すると、比較的大きな遅延を短時間で解消することができると、利点がある反面、受信バッファ71が空になる可能性が高くなる。受信バッファ71が空になった時に番号部8からデータが要求されると、前述した要求時バッファ空状態となり、音途切れが発生するため好ましくない。

【0080】もしも、浅い位置に間引き終了点713を設定した状態で、前記音飛びを防止しようとする、判定部723における判定の結果、廃棄することができなことを、間引き制御部72内などに設ける必要が生じると考えられ、ハードウェア量が増加してしまう。あるパケットに対する判定部723による前記判定(廃棄)することができな判定)が完了したとき、番号部8ではまだ、直前に読み出したパケットの番号を終了していない可能性があるからである。

【0081】また、間引き終了点713を設定しない場合でも、判定部723に間引き操作によって対応しようとしている遅延の大きさに関する情報を供給することによって、間引き操作が現実に行われている遅延の大きさを超えて行われることを防止することはできる。

【0082】したがって、間引き終了点713の設定は必ずしも必須ではないが、本実施形態では、間引き終了点713は設定するものとし、しかも間引き開始点712

【0075】前記復号開始点711、間引き開始点712、および間引き終了点713は、バッファ71内に回路的に設けることもできるし、ソフトウェア上に条件式として設けることもできる。

【0076】また、一般的に、復号開始点711と、間引き開始点712と、この間引き終了点713の値の大小関係は、次の式(1)のようになる。

【0077】
間引き終了点711 ≤ 間引き終了点713 ≤ 間引き開始点712

と同じ値に設定するものとした。

【0083】間引き終了点713を間引き開始点712と同じ値にするということは、間引き開始点712からはじまって間引き終了点713で終わるまでの一度の間引き操作で減少することができ、遅延の時間幅はほぼ1パケット分の時間幅に限定することを示す。通信網11による遅延が通常範囲であればこれでも十分に対応可能であると考えられる。

【0084】また本実施形態では、上述したように間引き開始点712と間引き終了点713とを同じにするだけでなく、前記復号開始点711もこれらと一致させるものとする。すなわち、復号開始点711、間引き開始点712、間引き終了点713の3点の位置は全て同一点とする。しかも、これら3点に共通の位置CPは、上述した $0 \times 3 \sim 4$ の範囲に設定する。これは、例えば、 $0 \times 3 \cdot 5$ の位置であってよい。これにより受信バッファ71が空になる可能性が非常に低く、かつ、遅延を最低にするところとなる。

【0085】ところで、このように3点を一致させた場合、キュー長が3点の共通位置CPを上回ると、バッファ71から1パケット読み出され、その受信パケットがまたまた、廃棄すると音質に与える影響が大きいパケットであった場合には、その回の間引き操作では遅延を減少することができないが、同様の間引き操作を繰り返すことによって、定常的には遅延が低減または解消された状態を維持することができる。その回の間引き操作で遅延を減少できない場合、次回に受信した受信パケットが蓄積されると、キュー長は再び間引き開始点CPを超えて、再度、間引き操作を行うことができる可能性が高いからである。

【0086】なお、判定部723は、受信パケットを構成する複数のフレームの各々について、廃棄すると音質に与える影響が大きいかどうかを判定することが可能なので、一度の間引き操作は1パケット分の複数フレームを対象とし、フレーム単位で廃棄するかどうかを判定し、フレーム単位で遅延を減少することも可能である。

【0087】この場合、廃棄も番号も、パケット単位ではなくフレーム単位で行われることになる。

【0088】また、切替スイッチ721を介してこの判定部723に接続された前記番号部8は、受信した符

号化音声データを復号して通常の音声データに変換する部分である。

【0089】音声の符号化、復号方式は、例えば、線形PCM、ITU-T勧告のG. 711(μ制PCM)、G. 726(ADPCM)、G. 723.1、G. 729(CS-ACELP)といった方式や、CELP(Code Excited Linear Prediction: 符号励振線形予測)符号化方式、リニアPCM方式などが利用でき、特に限定するものではない。

【0090】ここで、符号化時の1フレームの時間は、符号化方式に依存している。例えば、上記のG. 729方式では、1フレームが10ms(0.01秒)であり、G. 723.1方式では、1フレームが30ms(0.03秒)である。また、1パケットに含まれるフレーム数(パケットサイズ、パケット長と呼ぶ)も様々あり、こちらは使用する装置によって任意に決定することができ、通常、符号化音声データを複数フレーム繋げたものに、通信方式固有の情報(ヘッダと呼ぶ)が付属して1つのパケットを構成するため、パケットサイズを小さくすると、遅延時間が少なくなるかわりに、より高速な通信速度を要求される。逆に、パケットサイズを大きくすると通信速度は低減できるが、パケットロス時の影響や、遅延時間が増加する傾向となる。

【0091】また、前記出力バッファ9は、バッファ71と同様の記憶部で、番号部8から受け取った音声データを出力部10に出力する機能を持つ。

【0092】以下、上記のような構成を有する本実施形態の動作について説明する。

【0093】(A-2) 第1の実施形態の動作
本実施形態の受信パケットP4がこの範囲に蓄積され、図5の動作フローに示す。図5の動作フローは、S1～S10の各ステップから構成されている。ただし、この動作フローは、前記(1)の番号が成立せず、復号開始点711と間引き終了点713と間引き開始点712がそれぞれ別個な点である場合や、これらが前記共通位置CPで一致したとしても、各受信パケットの長さが必ずしも一定でなく、廃棄や番号を、フレーム単位で行うかパケット単位で行うかを限定しないケースに広く対応可能な、普適性のあるフローチャートとなっている。

【0094】図5において、通信が開始されると受信バッファ71はパケットを順次受信(S1)し、蓄積する(S2)。このデータ蓄積量が復号開始点711を超えたところで、バッファ制御部40内の読み出し制御部44は、パケットの読み出しを開始し、受信バッファ71から、フレームのデータを順次取り出し復号処理していく。

【0095】この様子を時間経過とともに示した図6(A)および(B)において、時刻t1には受信パケットP1だけがバッファ71内に蓄積されていて、キュー長(データ蓄積量)が復号開始点711に達していない

ため、バッファ71から当該受信パケットP1は読み出されない。

【0096】時刻t1の次の時刻t2には、本来、遅くともt2までに蓄積されるはずのパケットP2が時刻t2まで蓄積されていない。このため、キュー長は時刻t1と同じで、バッファ71からの受信パケットの読み出しは行われない。

【0097】つづき時刻t3には、遅刻していた前記受信パケットP2が蓄積されてキュー長が伸長したが、それでもまだ、復号開始点711には達していない。そのため、バッファ71から受信パケットの読み出しは行われない。なお、本来、時刻t3までに蓄積されるはずの受信パケットP3は遅刻してまだ蓄積されていない。

【0098】一方で、t1～t3の期間中、番号部8からの読み出し要求RRは読み出し制御部44に供給されつつけているが、キュー長が復号開始点711に達していないために、読み出し制御部44は、受信パケット(P1など)の読み出しを行うことができない状態にある。すなわちこの期間中、ステップS3の分岐は「待ち」側の選択を繰り返してステップS1～S3のループが繰り返される。

【0099】時刻t4には、遅刻していた受信パケットP3と後続の受信パケットP4がこの範囲に蓄積される。このときの受信パケットP3の蓄積により、キュー長が復号開始点711を上回ったことが比較部43によって検出されて、読み出し制御部44ははじめて、当該読み出し要求RRに応えることができるようになる。ステップS3の「開始」側の分岐を選択し、これにより、最も先に蓄積されている前記受信パケットP1が読み出され、以降は、すでに蓄積されている受信パケットP2～P3やこれから蓄積される受信パケット(図示せず)が順次、前記間隔Tごとに読み出される。

【0100】ステップS3の「開始」側の分岐が選択されたことにより、処理は、ステップS6に進む。この手順は、普適性に対応したものである。

【0101】ステップS6に進んだあと、通信網11の混雑状態などに応じて変動するペースでバッファ71中に受信パケットが蓄積されて行き、当該蓄積によってキュー長が伸長する。ステップS6以降のステップS4～S10は、間引き制御部72によって実行される。

【0102】間引き制御部72中の判定部723は、当該キュー長をバッファ制御部40内のキュー長検出部41から供給されるキュー長信号Q1に基づいて認識し、間引き(パケット(フレーム)の廃棄)を行わない場合にはステップS6の「待ち」側の分岐を選択し、行う場合には「開始」側の分岐を選択する。

【0103】「待ち」側の分岐が選択された場合、バッファ71から読み出されたパケットには復号処理が施される(S7)。

【0104】通信網11の混雑状態が通常範囲で、キュー長の伸長速度も通常範囲である場合、このあとは、ステップS6、S7、S4、S5から構成されるループの実行が繰り返される。

【0105】図6(A)および(B)はこのケースに該当し、時刻14以降は、パケットP1～P5の読み出しおよびその復号が繰り返されている。

【0106】一方、通信網11の混雑状態が通常範囲でない場合には、キュー長の伸長速度も大きく変動し、キュー長が急速に伸長するときに、キュー長が間引き開始点番号D5によって指定される間引き開始点712を超えることがある。

【0107】その場合、ステップS6は「開始」側に分岐して、読み出したばかりの受信パケットが、廃棄（間引き）することができなくなるパケットであるかどうかを調べ、パケット（フレーム）の選択が行われる（S8）。当該受信パケットは、前記廃棄候補出し指示信号DRによって、廃棄候補として読み出されたものである。

【0108】このステップS8では、上述したように、聴覚特性上、廃棄すると音質に与える影響が大きき受信パケット（あるいは1フレームデータ）は廃棄せず、影響が小さい受信パケットは廃棄することによって、廃棄候補のなかから、実際に廃棄する受信パケットが選択される。

【0109】例えば、先のG. 723. 1やG. 729の符号化方式で、無音圧縮機能を用いて作成したデータの場合、そのフレームデータ内に、このフレームが有音か、無音か、その中間かの情報が含まれている。この情報を用いて、無音とされたフレームを廃棄することで、発生していた遅延と聴覚感なく低減することができる。この方法では、フレームデータ自体に判定基準が挿入されているため、無音フレームが連続で6フレーム存在した場合、これら6フレーム全てを廃棄することも可能となる。

【0110】また、この様な情報がフレームに含まれていない場合でも、例えば、直前に復号したフレームの音圧レベルを算出しておき、それが規定値以下ならば直前フレームを無音と判定して、次フレームを廃棄、その次のフレームを復号処理してもよい。一般的に、無音から有音への音圧レベル変化は劇的でないため、直前フレームが無音ならば、次フレームも無音と考え差し支えない。この場合は、現フレームの廃棄判定に、直前のフレームが有音であるため、無音フレームが連続して6フレーム存在した場合でも、廃棄できるのは1フレーム置き3フレームとなる。

【0111】このようなステップS8で廃棄可能と判定された廃棄候補は、廃棄処理部722によって廃棄処理され（S9）、廃棄不可能と判定された廃棄候補は復号処理される（S7）。

【0112】廃棄処理が行われた場合、当該廃棄処理によ

って、キュー長が間引き終了点713まで達したかどうかが調べられる（S10）。達していない場合には前記DRによる廃棄候補の読み出しが行われて、読み出されたフレームに対してステップS8、S9またはS7が繰り返される。

【0113】廃棄処理によってキュー長が間引き終了点713に達した場合には、ステップS4、S5、S6、S7から構成されるループが繰り返されるようになり、パケット711から間隔Tごとに1受信パケット（フレーム）を読み出し、キュー長が間引き状態に復帰する。そしてこのときには、キュー長は間引き終了点713より短くなっており、発生していた遅延は短縮されている。

【0114】結局、復号開始点711を設定したことにより、パケット到着時刻にジッタが発生しても、音声は全く途切れることなく再生され、間引き操作によって、図7(A)、(B)に示すように、受信パケット711の蓄積データ最後尾位置（すなわちキュー長）が浅いところ（短い状態）で安定している。これは受信したパケットが復号されるまでの待ち時間が減少したことを表わしており、言い換えれば遅延が減少したことになる。

【0115】図7(A)および(B)は、縦軸にパケットA最後尾位置（キュー長）に対応するフレーム数を、横軸に通信開始からの経過時間を示している。図7(A)は間引き操作を行わない従来例に対応するもので、図7(B)は間引き操作を行う本実施形態に対応するものである。

【0116】図7(B)では、間引き開始点と間引き終了点とともに28フレームの位置（前記共通位置CPに該当）に設定したケースである。この28フレームは、時間的に、上述した $\sigma \times 3 \sim 4$ に相当する値である。

【0117】この図7(B)を同図(A)に比較すれば明らかのように、本実施形態のほうが、キュー長が短い位置で安定するように推移している。キュー長がゼロフレームとなるパケット空状態の発生頻度は図7(B)のほうが多いが、パケット空状態は必ずしも前記要求時パケット空状態ではない。ここで重要な点は、間引き操作の内容（間引き開始点の位置や間引き終了点の位置など）に応じて、キュー長の変動をコントロールすることができることである。

【0118】なお、復号開始後、パケットロスなどの影響により受信パケット711が空になった要求時パケット空状態の発生が予測される場合には、直前に復号したフレームの情報を模倣して作成したエラーフレームを復号部8に渡すようにするとよい。これにより、再生音声の途切れが緩和され、音質が改善される。

【0119】(A)～(B)第1の実施形態の効果

【0120】また、本実施形態では、間引き操作によ

遅延を減少することができるとともに、パケット選択処理（S8）によって、本来、間引き操作で発生するはずの音飛びの発生を防止することもできるから、遅延を減少しながら音質も維持することが可能である。

【0121】さらに、本実施形態の受信バッファ（図14の構成要素7）は、既存ソフトウェアで管理できるため、復号開始点と間引き開始点の設定はソフトウェアの追加で対応でき、その量は非常に少ない。したがって、復号開始点と間引き開始点などの導入が演算量や演算速度、あるいは、装置コストに与える影響は、最小限にとどめることができる。

【0122】更に、復号開始判定（S3）や、間引き操作も、全てソフトウェア上の単純な比較演算のみで構成できるため、こちらも演算量の増加やコストの増加はほとんど発生せず、遅延時間の把握や、遅延短縮のための割り振り操作なども一切行うことなく実現することも可能である。

【0123】(B)第2の実施形態以下では、本実施形態が第1の実施形態と相違する点についての説明する。

【0124】第1の実施形態では復号開始点を採用したことで、図6に示したように、通信開始から復号を始めるまで（すなわち時刻10から14まで）は、復号部8にデータを渡さないようにしたから、ジッタは取り除けるものの通信網の混雑状態に応じて通信開始時（受信パケットP1に対応する音声出力が行われる時点）の遅延、すなわち前記初期遅延が発生してしまうという問題がある。

【0125】本実施形態は、この初期遅延の影響を低減することを目的とする。

【0126】(B-1)第2の実施形態の構成および動作

図8に本実施形態のバケット受信装置50の構成を示す。この受信装置50は、第1の実施形態の受信装置30に対応する装置である。

【0127】図8において、受信装置50は、受信端子6と、受信バッファ部7と、復号部8と、出力バッファ9と、出力端子10とを備えている。

【0128】このうち構成要素6～10の機能は、基本的に、対応する符号を付した図14の各部と同じである。

【0129】また、受信バッファ部7内の構成要素71、711～713、72、721～723の機能も、対応する符号を付した図14の各部と同じである。

【0130】したがって、本実施形態の受信装置50は、第1の実施形態の受信装置30に対して受信バッファ部7内に設けられた微小雑音データ生成部73を付加した構成を備えている。

【0131】微小雑音データ生成部73は、電源投入直後、または、通信終了後に、バッファ71の先頭から復

号開始点711まで微小雑音データ（ダミーフレームと呼ぶ）を蓄積する機能を備えている。

【0132】この微小雑音データ生成部73の動作によって、本実施形態では、受信バケットとダミーフレームから、前記キューが形成されることになる。

【0133】本実施形態の受信装置50の動作は、図9(A)および(B)に示す。

【0134】微小雑音データ生成部73は、当該受信装置50の電源投入直後、または、前回の通信終了後にダミーデータDMを生じ復号開始点711までバッファ71に蓄積するので、今回の通信開始時（例えば時刻10など）には、すでに3回のダミーフレームDM1～DM3が蓄積されていることになる。DM1～DM3が収容している音声データは、まったく同じ内容の微小雑音データであってよい。

【0135】通信開始により、復号部8から読み出さるRが読み出し制御部44に供給されると、ただちに、キューの先頭に位置するダミーデータDM1が読み出されて復号され、当該t1以降は、DM2、DM3が順次に読み出されて復号されて行く。この期間、出力端子10からの音声出力は、微小雑音である。

【0136】通信網11の混雑状態、図6や図8と同じであるものとすると、通信網11から受信した受信パケットP1がバッファ71内で（ダミーデータDM3の上に）蓄積されるのは、時刻t1であるから、当該P1が読み出されて復号されるのは、時刻t4である。

【0137】ただし、第1の実施形態では、通信網11の混雑状態によって受信パケットP2、P3などの後続の受信バケットによって受信、蓄積が遅れた場合、受信パケットP1に対応した音声出力が開始される時点は前記時刻t4よりも遅れ得るが、本実施形態の場合には、受信パケットP1が時刻t1～t4の期間内に受信されるかぎり当該受信パケットP1に対応する音声出力は、常に時刻t4に行うことができる。

【0138】この時刻t4の時間位置は復号開始点711の位置に対応しているもので、復号開始点711の位置を変更することによって、変更可能である。

【0139】また、受信パケットP1が時刻t1～t4の期間内に受信されないような通信網11の混雑状態が著しく劣悪なケースであっても、同じ混雑状態を前提とすれば、本実施形態の受信装置50の初期遅延は、第1の実施形態の受信装置30の初期遅延よりも、小さい。【0140】すなわち、第1の実施形態では通信網11の状態に応じて初期遅延が通信ごとに変化し得るが、本実施形態の初期遅延は、安定していて、なおかつ小さい。

【0141】また、本実施形態では、通信開始直後（時刻t1）に出力端子10から微小雑音を出力する（ユーザが音で、受信装置50が動作を開始したことをユーザが音声出力をもとに確認することが可能な）ので、当該期間に

まったく音声の出力が行われない第1の実施形態に比べ、ユーザに不安感を与えない点でも優れている。

【01142】(B-2)第2の実施形態の効果本実施形態によれば、第1の実施形態の効果と同様な効果を得ることができる。

【01143】加えて、本実施形態によれば、より安定的で、より小さな初期遅延を得ることができる。

【01144】(C)第3の実施形態

以下では、本実施形態が第1、第2の実施形態と相違する点についてのみ説明する。

【01145】本実施形態は、時系列に受信される各受信パケットの受信時刻について、タイムアウト監視機能や順番監視機能を設けたことを特徴とする。

【01146】(C-1)第3の実施形態の構成および動作

図10に本実施形態のパケット受信装置600の構成を示す。この受信装置600は、第1の実施形態の受信装置300に対応する装置である。

【01147】当該受信装置600と受信装置300との関係は、第2の実施形態の受信装置500と受信装置300との関係とほぼ同じである。

【01148】したがって本実施形態の受信装置600も、要素6～10、および構成要素71、711～713、72、721～723を備えており、これら構成要素の機能は、対応する符号を付した第1の実施形態の構成要素の機能と基本的に同じである。

【01149】すなわち、本実施形態の受信装置600が、第1の実施形態の受信装置300にパケット監視部80を付加した構成を備えている。

【01150】受信部6とパッファ71の入力端子のあいだに配置されたこのパケット監視部80は、図15に示す内部構成を備えている。

【01151】(C-1-1)パケット監視部の内部構成

図15において、パケット監視部80は、タイムアウト監視部61と、順番監視部62と、エラーパケット生成部63と、受信パケット履歴部64とを備えている。

【01152】このうちタイムアウト監視部61は、少なくとも時計機能と備えていて、タイムアウト時刻を算出し、各受信パケットが該当するタイムアウト時刻までに受信されたかどうかを検出する部分である。時計機能は通信開始からの経過時間を算出する機能であり、タイムアウト時刻とは、ジッタが無い場合の各受信パケットの到着時刻、すなわち前記時刻から、所定時間だけ遅れた時刻である。

【01153】当該タイムアウト監視部61は、タイムアウト時刻までに受信されない受信パケットを検出すると、タイムアウトエラー信号TEを、受信パケット履歴部64と、エラーパケット生成部63に供給する。ある受信パケットが該当するタイムアウト時刻までに受信されないケースには、パケットロスが発生した場合などが

含まれる。

【01154】このタイムアウト時刻を求めるために必要な時刻は、次の式(2)で記述することができる。

【01155】
$$Sn = n \cdot f \quad \text{…(2)}$$

ここで、 Sn は n 番目のパケットのタイムアウト時刻、 f はパケットサイズ、 n は1フレームの時間である。

【01156】また、前記順番監視部62は、通信網11から受信された受信パケットの順番が本来の順番通りでないことを検出する部分で、順番通りに受信されない受信パケットを検出する部分で、順番エラー信号SEを、受信パケット履歴部64と、エラーパケット生成部63に供給する。順番監視部62も、必要に応じて、前記時計機能を装備する。

【01157】受信パケットの順番が本来の順番通りでないケースには、受信パケットの順番が通信網11における伝送中に逆転した場合やパケットロスが発生した場合なども含まれる。

【01158】タイムアウトエラー信号TEや順番エラー信号SEを受け取ると、エラーパケット生成部63は、所定のエラーパケットの生成と挿入を行う部分であり、受信パケット履歴部64は、すでに生成され挿入されたエラーパケットに対応するパケットが、通信網11から受信された場合、当該受信パケットを廃棄する部分である。ここで、エラーパケットとは、前記タミーフレーム(タミーフレーム)DMと同じ構造の音声データを受容したフレームを1パケットまとめたものである。

【01159】エラーパケット生成部63の動作によって、本実施形態では、受信パケットとエラーパケットから、前記キューが形成されることになる。

【01160】タイムアウト監視部61も順番監視部62も、受信パケットの受信状況が正常でない状態(受信異常状態)を検出する部分である点で同じであるが、ある受信パケットに関する受信異常状態は、タイムアウト監視部61と順番監視部62の双方で検出されることもあり得るし、どちらか一方だけで検出されることもあり得る。

【01161】例えばある受信パケットのパケットロスが発生した場合、当該受信パケットは当然、タイムアウト時刻までに受信されないでタイムアウト監視部61がタイムアウトエラー信号TEを出力するが、それとともに順番監視部62も、当該受信パケットより先に、本来は当該受信パケットの次に受信されるはずの受信パケットが受信されたことに基いて、当該パケットロスを検出して順番エラー信号SEを出力することもあり得る。

【01162】したがって、同一の受信パケットに対するタイムアウトエラー信号TEと順番エラー信号SEの双方が出力された場合、エラーパケット生成部63は、先に出力された番号だけに基いて動作し、あとに出力された番号は無視するようにする。

【01163】また、この例からも明らかのように、タイ

ムアウト監視部61、順番監視部62、受信パケット履歴部64やエラーパケット生成部63が正常に動作するためには、通信網11から受信した受信パケットを識別することが必要となる。この識別には、受信パケットの持つパケット識別情報を用いることができる。

【01164】パケット識別情報とは、送信側(例えば図2の送信装置20)が受信パケットに付加したもので、例えば、受信パケットのシーケンス番号(パケット番号)、受信パケットが送信された時刻や受信パケットが生成された時刻を示すタイムスタンプ情報などがあ

る。

【01165】パケット監視部80で監視するパケット番号やタイムアウト時間(時刻)、タイムスタンプ情報は受信パケットの欠落や、受信パケットの到着順の逆転を監視するの目的であり、これらが検知できるものなら、いずれも利用できる。例えば、通信プロトコルの一種である、TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) のシーケンス番号情報や、UDP/IP (User Datagram Protocol/Internet Protocol) のRTP (Realtime Transport Protocol) におけるシーケンス番号やタイムスタンプ情報などが利用できる。

【01166】具体的には、順番監視部62が、受信パケットのシーケンス番号を監視し、今回到達した受信パケットのシーケンス番号が、前回到達した受信パケットのシーケンス番号をインクリメントした値(すなわち、前回到達した受信パケットのシーケンス番号+1)でない場合は、パケットロス、あるいは、パケット到着順の逆転が発生したものと判定すること等が考えられる。

【01167】また、前回到達した受信パケットのタイムスタンプが16時52分、今回到達した受信パケットのタイムスタンプが16時40分のような場合、今回パケットの方が前回パケットより先に送出されたにも関わらず、今回パケットの方が後に到着しているため、パケット到着順の逆転が発生したと判定することが可能である。

【01168】上述した方法は、あくまで一例であり、これに限らず、独自の検知情報を各受信パケットに付加するようにしてもよいことは言うまでもない。

【01169】本実施形態では、パケット監視部80が持つ機能を1つのユニットにまとめたが、全て、あるいは、部分的に機能を分けて複数のユニットとして構成してもよい。

【01170】このような本実施形態の受信装置600の動作は、図12に示すようになる。

【01171】図12において、通信開始と同時に、パケット監視部80の時計が動作を開始し、時刻t4のまえには、時刻t3である受信パケットP3が(例えばパ

ケットロスによる)順番エラーに該当することを検出する。この場合、受信パケットP2の次に受信パケットP4が受信されたことから、順番監視部62が受信パケットP3のパケットロスを検出したものである。

【01172】この検出に応じて、当該時刻t4よりもまえに、順番監視部62から順番エラー信号SEが出力されると、エラーパケット生成部63はエラーパケットD3をパッファ71内に蓄積する。このときパッファ71内にはすでに、時刻t3に2の受信パケットP2が蓄積されているので、当該エラーパケットD3は、P2の上に蓄積されてキューの最後尾を形成する。

【01173】図12(A)に示した時刻t0～t9はパッファ71上の時刻であるので、パッファ71よりもパケット監視部80が速く動作することによって、当該パケット監視部80が、パッファ71上の時刻t4にパケットP3に到着した受信パケットP4をもとに受信パケットP3のパケットロスを検出して、パッファ71上の時刻t3にエラーパケットD3の蓄積を行うことは可能である。

【01174】なお、当該エラーパケットD3の蓄積は、第2の実施形態のタミーフレーム(タミーフレーム)DMの蓄積と異なり、蓄積まえのキュー長と無関係に実行される。

【01175】時刻t3にエラーパケットD3が蓄積されなければ、時刻t3に受信パケットP2が検出されることによって、要求時パッファ空状態が発生し得るが、当該蓄積を行うことで、要求時パッファ空状態の発生を防止している。

【01176】以降は、このエラーパケットD3に対応する番号および音声出力は、時刻t4に行われ、時刻t5には受信パケットP5のパケットロスに対応する動作でエラーパケット生成部63がエラーパケットD5を挿入し、受信パケットP6は時刻t6には間に合わず、時刻t7に後続の受信パケットP7とともに蓄積されている。

【01177】ただしこの受信パケットP6は、パケットロスではなく、(タイムアウト時刻まえの)単なる遅刻なので、P6に対応するエラーパケットの挿入は行われていない。

【01178】結局、この期間の音声出力は図12(B)に示すように、パケットロスで紛失した受信パケットP3、P5に対応する時刻t4、t6の部分で、エラーパケットD3、D5が挿入されているから、パケットロスが発生したにもかかわらず、音飛びも音切れもほとんどユーザに感得されず、音質は維持されている。

【01179】図11(A)、(B)は、この図12(A)、(B)に対応する第1の実施形態の動作を示した図であり、まったく同じ通信状態、すなわち、受信パケットP3とP5がパケットロスによって紛失し、受信パケットP6が遅刻したときの動作を示している。

【0180】第1の実施形態の音声出力では、図11(B)から明らかなように、時刻t4で明確な音飛びが発生し、時刻t5～t7にわたる大きな音切れが発生している。

【0181】したがって、同じ状態の通信網11を前提とすると、本実施形態の受信装置60の音質のほうが、第1の実施形態の受信装置30の音質よりも良好となる。

【0182】これは、本実施形態のほうが第1の実施形態よりも、要求時バッファ空状態の発生頻度が低いことと対応している。

【0183】(C-2) 第3の実施形態の効果
本実施形態によれば、第1の実施形態の効果と同様な効果を得ることができる。

【0184】加えて、本実施形態では、音飛びや音切れの影響を低減することができるから、同じ通信状態における出力音声の品質は第1の実施形態よりも高い。

【0185】(D) 他の実施形態

なお、第3の実施形態では、パケット監視部80を、第1の実施形態の受信装置に装備したが、第2の実施形態の受信装置に装備することもできる。その場合、受信装置は、微小雑音データ生成部73の機能と、パケット監視部80の機能の双方を装備することになる。

【0186】また、第3の実施形態では、パケット監視部80は、タイムアウト監視部61と順番監視部62の双方を装備していたが、どちらか一方だけを装備するようになっている。

【0187】さらに、第2の実施形態では、ダイマータDMに微小雑音の音声データを収容するようにしたが、ダイマータDMを蓄積する主たる目的は、初期遅延を安定化し、小さくすることであるから、微小雑音以外の音声データをダイマータに収容するようにしてもよい。

【0188】第1～第3の実施形態で示した構成図や動作フローは、本発明の一実施形態を示しているにすぎない。よって、本発明は、図示した構成、図示した動作フロー以外にも広く適用することができる。

【0189】図示した構成や動作フロー以外でも、前述した機能を実現する要素が含まれていれば、それ以外の機能を持つ要素を含んでも同様な効果が得られる。

【0190】例えば、図5の動作フローは、図示のもの以外にも変形や改良が可能である。

【0191】図5のステップS4～S7によって構成されたループは、バッファ71に新たなパケットが蓄積されたと検知され、非常に繰り返り回数が多いループであるから、そのループ内部の処理数を削減したり、ループを展開してループの繰り返り回数を低減すること、プログラムの処理量の低減、実行速度の向上に大きく寄与すると考えられる。

【0192】図5のフローチャートの増悪性を排除し

て、例えば、式(1)の等号が成立する場合に対応して共通位置CPを装備し、なおかつパケット単位の処理と各受信パケットの長さが必要であることを前提とするなら、当該フローチャートを極めて簡略化することが可能である。

【0193】簡略化したフローチャートは、例えば、図5のフローチャートからステップS1～S3を削除するとともに、ステップS6の処理をキュー長が共通位置CPに達したかどうかを調べるテストに置き換え、ステップS4からスタートする構成になる。

【0194】簡略化した場合でも、キュー長が共通位置CPを超えた直後に読み出された受信パケットは、廃棄するか復号するかを決めるために、必ず、ステップS8のテストを受けることになるが、1受信パケットを廃棄できればキュー長が前記共通位置CPを下回ることは明らかなので、ステップS10のテストは省略することが可能である。

【0195】すなわち、キュー長が共通位置CPに達したら、必ず1受信パケットを読み出し、当該1受信パケットだけをステップS8のテスト結果に応じて復号または廃棄すれば、簡略化したフローチャート内の処理が繰り返されることになる。ただし当該1受信パケットの読み出しは前記DRによって行われたもので、当該1受信パケットを廃棄した場合には、当該間隔T内にもう一度、前記RRによる読み出しを実行することができる。

【0196】このような簡略化したフローチャートを用いた場合、バッファ71のキュー長の制御精度は低下する可能性があるが、プログラムの実行速度は向上し、処理能力に及ぼす負荷は軽減できる。

【0197】また、第1の実施形態では、復号開始点711と間引き開始点712の双方を搭載したが、本発明は、復号開始点711または間引き開始点712のいずれか一方だけを搭載するようにしてもよい。

【0198】さらに、第1の実施形態では、判定部723は、QL、DS、DEのほかに、バッファ71から読み出したパケットの符号音声データを示す音声的な内容も参照して、そのパケットを廃棄してもよいかどうかを判定するものとしたが、本発明では、当該音声的な内容の参照は必須ではない。

【0199】音声的な内容を参照しない場合でも、ジッタの影響を減少することは可能だからである。

【0200】

【発明の効果】以上に説明したように、第1の発明では、待ち行列の長さが読み出し開始用値に達したときに、パケット蓄積手段からパケットの読み出しを開始するようにしたので、通信パケットのジッタの影響を低減することが可能である。

【0201】また、第2の発明では、待ち行列の長さが廃棄開始用値に達するたびに、待ち行列中のパケットに廃棄処理を施すようにしたので、通信パケットの遅延

の影響を低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るパケット受信装置の主要部の概略構成を示すブロック図である。

【図2】従来のおよび第1～第3の実施形態の音声受信システムの全体構成を示す概略図である。

【図3】従来のパケット受信装置の動作説明図である。

【図4】従来のパケット受信装置の動作説明図である。

【図5】第1の実施形態の動作説明図である。

【図6】第1の実施形態の動作説明図である。

【図7】第1の実施形態の動作説明図である。

【図8】第2の実施形態の動作説明図である。

【図9】第3の実施形態の動作説明図である。

【図11】第3の実施形態と比較するための、第1の実施形態の動作説明図である。

【図12】第3の実施形態の動作説明図である。

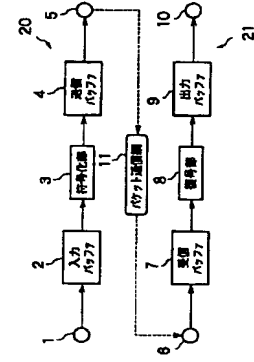
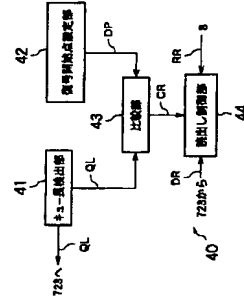
【図13】数値範囲0×3～4が特に好ましいことを裏付ける概略図である。

【図14】第1の実施形態のパケット受信装置の構成を示す概略図である。

【符号の説明】
7…受信バッファ部、11…パケット通信網、20…パケット送信装置、21、30、50、60…パケット受信装置、40…バッファ制御部、41…キュー長検出部、42…復号開始点設定部、43…比較部、44…読み出し制御部、71…バッファ、72…間引き制御部、80…パケット監視部、711…復号開始点、712…間引き開始点、723…間引き終了点、721…切替スイッチ、722…廃棄処理部、723…判定部。

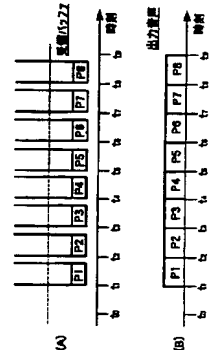
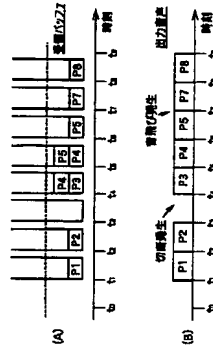
【図1】

【図2】

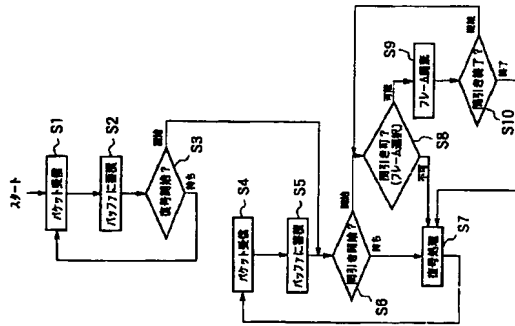


【図3】

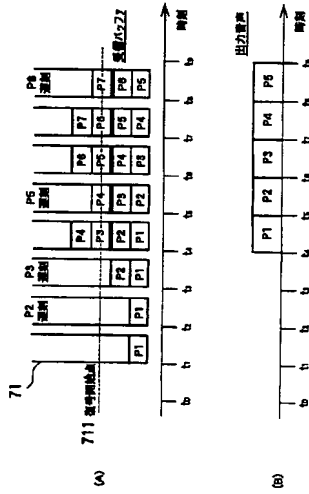
【図4】



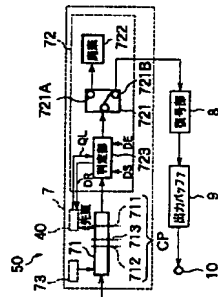
【図5】



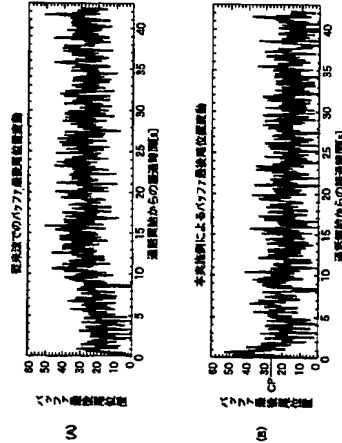
【図6】



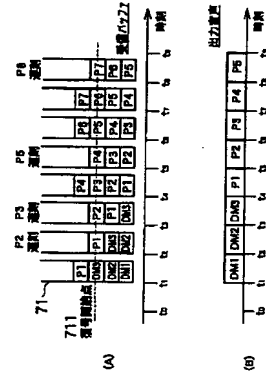
【図8】



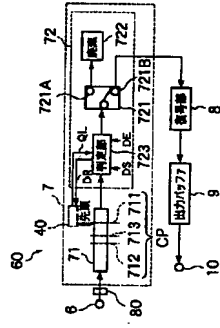
【図7】



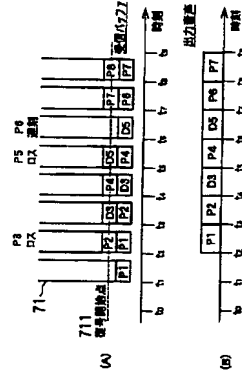
【図9】



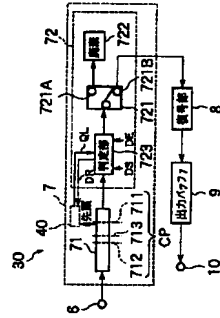
【図10】



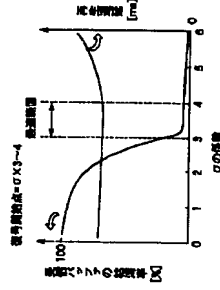
【図12】



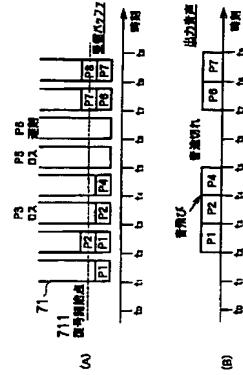
【図14】



【図15】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 新保 教
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72)発明者 青柳 弘美
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
Fターム(参考) 5K030 CA00 CA13 HA08 HB01 HB15
HB29 HC01 KA03 KA19 LC11
LC18 MA13 MB13 MB15